昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*，December 2007，50(12)：1309 – 1314　ISSN 0454-6296

火炬树抗螨性生物测定

李中新[1]**，孙绪艮**[1,*]**，李庆和**[2]**，郭慧玲**[3]

（1. 山东农业大学植物保护学院，泰安　271018；2. 山东省汶上县植保站，汶上　272501；
3. 泰山管委森保站，泰安　271000）

摘要：本文分别测定了二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch 和山楂叶螨 *Tetranychus viennensis* Zacher 对火炬树的选择性，以及限制性条件下火炬树对叶螨的生存及产卵的影响。结果表明：在火炬树叶和苹果叶之间，二斑叶螨和山楂叶螨在 2 h，6 h，10 h，12 h 对火炬树的选择率分别为 9.5%，6.5%，5%，5%和 2%，5%，1%和 0，显著低于对苹果的选择率。被限制于火炬树叶上生存的山楂叶螨 144 h 后死亡率 100%，产卵力随生存时间增加而下降，至 96 h 后产卵终止；被限制于火炬树叶上生存的二斑叶螨 240 h 后全部死亡，整个观察期内（24 ~ 216 h）始终没有产卵。据此认为：叶螨强烈拒食火炬树，火炬树对叶螨具有生存、产卵抑制作用，但这种抑制作用呈现种间差异。

关键词：叶螨；火炬树；抗螨性；生物测定

中图分类号：　**文献标识码**：A　**文章编号**：0454-6296(2007)12-1309-06

Bioassay of the resistance of *Rhus typhina* L. against spider mites

LI Zhong-Xin[1]，SUN Xu-Gen[1*]，LI Qing-He[2]，Guo Hui-Ling[3] (1. Plant Protection College，Shandong Agricultural University，Tai'an，Shandong 271018，China；2. Plant Protection Station of Wenshang County，Shandong Province，Wenshang，Shandong 272501，China；3. Forestry Protection Station of Taishan Management Committee，Tai'an，Shandong 271000，China)

Abstract：The selectivity of *Tetranychus urticae* Koch and *Tetranychus viennensis* Zacher to the Buck's horn (*Rhus typhina* L.) and effects of *R. typhina* on the survival and fecundity of spider mites confined in the Buck's horn leaves were bioassayed in the laboratory. The results indicated that the selecting rates of *T. urticae* and *T. viennensis* for *Rhus typhina* L. were 9.5%，6.5%，5%，5% and 2%，5%，1%，0 at 2 h，6 h，10 h，12 h，respectively. The survival of *T. uiennensis* confined on *R. typhina* leaves was fully inhibited after 144 h，and the fecundity was going down with increase of the survival time，and terminated at 96 h. The survival rate of *T. urticae* confined on *R. typhina* leaves was 0 after 240 h，and no oviposition was observed during the whole observation period from 24 h to 216 h. It was so concluded that *R. typhina* has the high antifeedant activity against spider mites and may distinctly inhibit the survival and fecundity of spider mites，but the inhibition is inter-specifically different for spider mites.

Key words：Spider mites；*Rhus typhina*；mite resisitance；bioassay

火炬树 *Rhus typhina* L. 又称鹿角漆树（Buck's horn 或 Staghorn sumac），系漆树科（Anacardiaceae）盐肤木属落叶灌木或小乔木，原产北美东部，中心分布区自加拿大东南部的魁北克省和安大略省，向南延伸至美国的印地安纳州和艾奥华州以及乔治亚州，约为北纬 40 ~ 70 度之间。北京植物园于 1959 年作为观赏树种从美国引种，目前，我国 20 多个省市区均有分布。火炬树（高 5 ~ 8 m 左右，树皮浅灰色，分枝少，小枝粗壮并生灰褐色茸毛。叶长 20 ~ 30 cm，披针形，奇数羽状互生复叶，边缘锯齿形，生育期呈绿色，背面粉白，密生柔毛。雌雄异株，顶生直立圆锥花序，长约 20 ~ 25 cm，形似火炬。秋季叶和花都变红，十分艳丽（马松涛等，2003；曹振岭等，2003）。人们对火炬树褒贬不一，对其观赏绿化和封滩固沙

基金项目：教育部博士点基金项目（20060434003）

作者简介：李中新，男，1966 年出生，山东汶上人，博士研究生，从事植物抗螨性研究，E-mail：lizx@sdau.edu.cn

* 通讯作者 Author for correspondence，Tel.：0538-8242988；E-mail：xgsun@sdau.edu.cn

收稿日期 Received：2007-06-09；接受日期 Accepted：2007-11-13

功能已达成共识，另外，还可以作为镶嵌木、薪材（马松涛等，2003）、栲胶原料（马松涛等，2003）、食用色素原料（任敦峰等，2001）、提取抗氧化剂（李炎和包惠燕，1997；胡迎芬，2004；孟洁等，2002；赵爱云，2004）、糖酰转移酶（Fröhlich *et al*.，2002；Denzel *et al*.，1988；Denzel and Cross，1991）等。火炬树对人类无毒或取食后引起轻微消化不良，为此，又被称为“无毒漆果”，在北美原产地，还用于制作一种传统饮料‘印第安柠檬汁’（任敦峰等，2001）。其果实中的氨基酸和蛋白质等营养成分较高，而重金属含量相对较低（柳吉春和郑国福，1999）。但也有人建议把火炬树作为外来入侵物种加以关注（李传文等，2004；Mollerova，2005）。

火炬树具有较强的抗虫性。该树叶乙醇提取物对蚜虫的最高死亡率 76.3%，而对菜青虫 2 龄幼虫和成虫仅有轻微触杀效果，但可以延迟幼虫和蛹的发育，抑制脱皮等（Klingauf，1988）；火炬树叶提取物对马铃薯叶甲 *Leptinotarsa decemlineata* 也有较高的拒食作用（Klingauf and Weil，1988）。目前，火炬树对叶螨的抗性效果还缺乏必要的试验证据。作为筛选抗螨植物研究的一部分，我们研究了火炬树对二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch 和山楂叶螨 *Tetranychus viennensis* Zacher 的抗性，测定了叶螨对火炬树的选择性和火炬树对叶螨的生长发育抑制作用，为火炬树的综合开发利用提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 叶螨与叶源

火炬树叶采自山东农业大学校园 10 年树龄的火炬树，苹果 *Malus pumila* 叶采自山东农业大学园艺果树研究站；二斑叶螨 *T*. *urticae* 采自山东省东营市胜大园林公司的茱萸花卉，山楂叶螨 *T*. *viennensis* 采自山东省泰安市群星园艺场金帅苹果树。

1.2 叶螨的饲养

为保证使用发育一致的成螨，采用培养皿（Φ9 cm）法培养：水洗并阴干后的带柄苹果叶（叶柄用脱脂棉包裹，滴加自来水保湿），叶面向下放置于培养皿内。把两种叶螨的健康成螨分别接到叶片上，盖上培养皿盖，在温度 25℃ ~ 27℃、光周期 L16∶D8 的实验室饲养。产卵 24 h 后移出成螨，由卵发育为成螨后用作生物测定。

1.2 叶螨对火炬树选择性测定

在 Φ15 cm 培养皿内，倒置 Φ9 cm 小培养皿，两培养皿之间的空隙充少量自来水。在小培养皿的底面上，叶面向下平行放置经水洗晾干后的火炬树叶和苹果叶（为保证叶片与培养皿紧密接触，在叶片与培养皿之间加少量水），叶柄用脱脂棉包裹，自来水保湿。两叶片间隔 1 ~ 2 cm。用折叠的滤纸剪成对称的‘T’形桥（图 1），桥的顶端两边分别接触火炬叶和苹果叶，叶螨放置于黑色圆点处，任其沿箭头方向自由选择，2 h，6 h，10 h，12 h 后检查每叶片上的螨数，被水淹的叶螨不统计在内。每实验 20 头，重复 10 次，实验环境条件同叶螨培养。

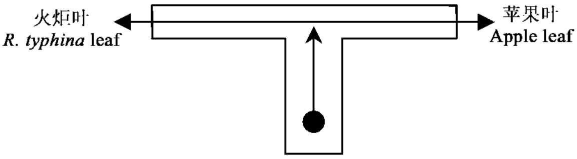

图 1 “T”形桥示意图

Fig. 1 Schematic chart of “T”-shaped bridge

叶螨被放在黑色圆点处，沿箭头方向对火炬叶或苹果叶作出选择 Spider mites were placed on the black point so as to let them make choice for *Rhus typhina* leaf or apple leaf along the arrows.

1.3 限制性条件下火炬树对叶螨的抑制作用测定

在 Φ15 cm 的培养皿内放置圆形海绵（厚度 2 cm），加自来水保湿。取叶形较平整的火炬树叶和苹果叶，经自来水冲洗阴干后，叶正面向下平行放置到培养皿内的海绵上，叶柄用脱脂棉包裹并用蒸馏水保湿，分别用湿润滤纸条压住叶缘，防止叶片翘起和叶螨逃匿，并使两种叶片的叶面积基本相等。用小毛笔将健康成螨逐头接入火炬树叶和苹果叶，2 h 后剔除死螨和不活泼螨，保证每叶片 10 头，重复 10 次，每隔 24 h 在体视显微镜下检查记录死亡数和卵数，直至全部初始叶螨死亡。每天向培养皿内滴水保湿，实验环境条件同叶螨饲养。

1.4 统计分析

叶螨对火炬树选择性比较，采用百分率差异显著性检验；计算平均生存率 ± 标准误（*SE*）、累计平均卵量 ± 标准误（*SE*）等，均采用 DPS 统计分析软件处理数据。

2 结果与分析

2.1 叶螨对火炬树的选择性

火炬树叶和苹果叶在接螨后分别于 2 h，6 h，10 h，12 h 时间点上对叶螨的选择率进行统计（图

2)。在 4 个时间点上，二斑叶螨对火炬树的选择率分别为 9.5%，6.5%，5%和 5%，而对苹果叶的选择率分别为 24.5%，27.5%，53.5%和 62.5%，选择百分率差异极显著($P < 0.01$)。在 4 个时间点上，山楂叶螨对火炬的选择率分别为 2%，5%，1%和 0，而对苹果叶的选择率分别达 74%，75%，60%和 55%，两者差异极显著($P < 0.01$)。由此可见，两种叶螨均对火炬树有较高的拒食性，且随着时间的变化有轻微波动，种间选择性差异不显著($P > 0.05$)。

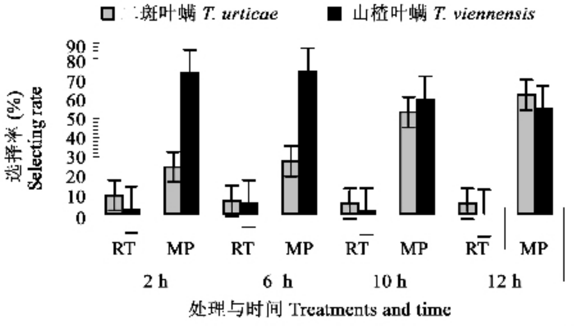

图 2　两种叶螨对火炬树叶的选择率

Fig. 2　The selecting rate of two kinds of spider mites for *Rhus typhina* leaf at 2 h, 6 h, 10 h and 12 h

RT：火炬树叶 *Rhus typhina* leaf；MP：苹果叶 *Malus pumila* leaf.

2.2　火炬树对叶螨生存力的影响

以生存时间为横坐标、叶螨的生存百分率为纵坐标，分别绘制山楂叶螨、二斑叶螨的生存率曲线(图 3：A，B)。

被限制在火炬叶上生存的山楂叶螨，其死亡始期为 48 h(生存率 98%)，高峰期为 96 ~ 120 h(生存率分别为 4%和 2%)，在 144 h 后死亡率为 100%；而被限制在苹果叶上的 72 h 生存率为 100%，96 h 后始见死亡(生存率 98%)，144 h 后生存率仍达 58%。在试验期内(24 ~ 144 h)，山楂叶螨在火炬叶上的平均生存率为 43.67% ± 19.62%，而在苹果叶上则为 90.00% ± 6.89%，二者差异显著($P < 0.05$)。

被限制在火炬叶上生存的二斑叶螨，72 h 生存率为 100%，死亡始期出现在 96 h(生存率 93.3%)，高峰期为 144 ~ 216 h 之间(生存率分别为 33.3%，26.7%，20%和 13.3%)，至 240 h 后全部死亡；而被限制于苹果叶上的二斑叶螨，其死亡始期为 120 h，在长达 288 h 的生存时间内，始终没有全部死亡。在试验期内(24 ~ 288 h)，二斑叶螨在火炬叶上的平均生存率为 46.66% ± 12.42%，在苹果叶上则为 74.49% ± 7.17%，二者差异显著($P > 0.05$)。

上述试验结果表明：在火炬树叶的两种叶螨生存力均被抑制，且对山楂叶螨的生存抑制优于二斑叶螨。

2.3　火炬树对叶螨生殖力的影响

以观察时间为横坐标，叶螨累计平均产卵量(卵/头)为纵坐标，分别绘制山楂叶螨和二斑叶螨的累计平均产卵曲线(图 4：A，B)。

接入火炬树叶的山楂叶螨，当日平均产 0.72 卵/头，持续产卵 24 ~ 96 h(平均增卵 3.33 粒/24 h)，产卵力随生存时间增加而下降，至 96 h 后产卵终止；而接入苹果叶片的山楂叶螨，当日平均产 3.70 卵/头，整个观察期(24 ~ 144 h)平均持续增卵 3.0 粒/24 h，且累计平均产卵 13.13 ± 2.34，而在火炬叶上则为 0.79 ± 0.02，二者差异极显著($P < 0.01$)。

接入火炬树叶的二斑叶螨，整个观察期内(24 ~ 216 h)始终没有产卵，而在对照叶片上，尽管于接螨当日没有产卵，但随后(48 ~ 144 h)平均增卵 1.36 粒/24 h，于 168 h 达到累计产卵量高峰(平均 7.16 卵

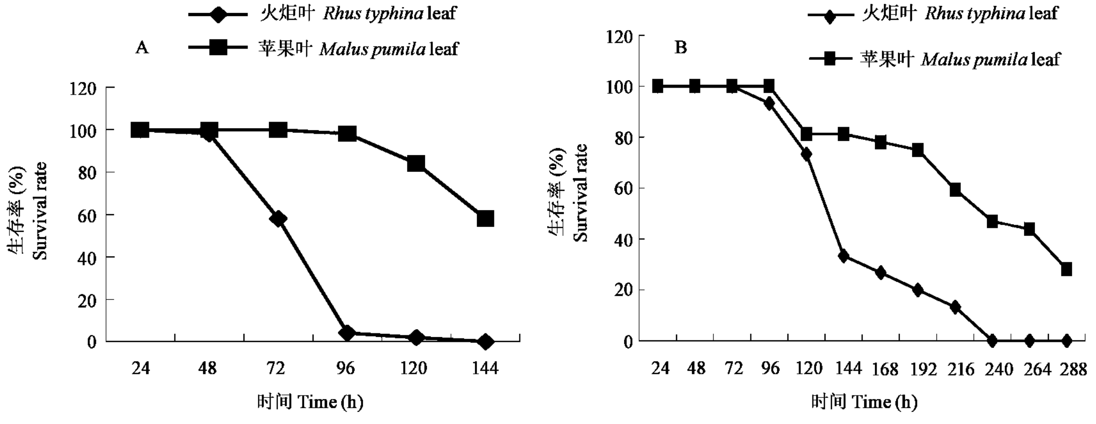

图 3　叶螨在火炬树叶和苹果叶上的生存率曲线

Fig. 3　Survival rate curve of spider mites on *Rhus typhina* leaf and apple leaf

A：山楂叶螨 *Tetranychus viennensis*；B：二斑叶螨 *Tetranychus urticae*.

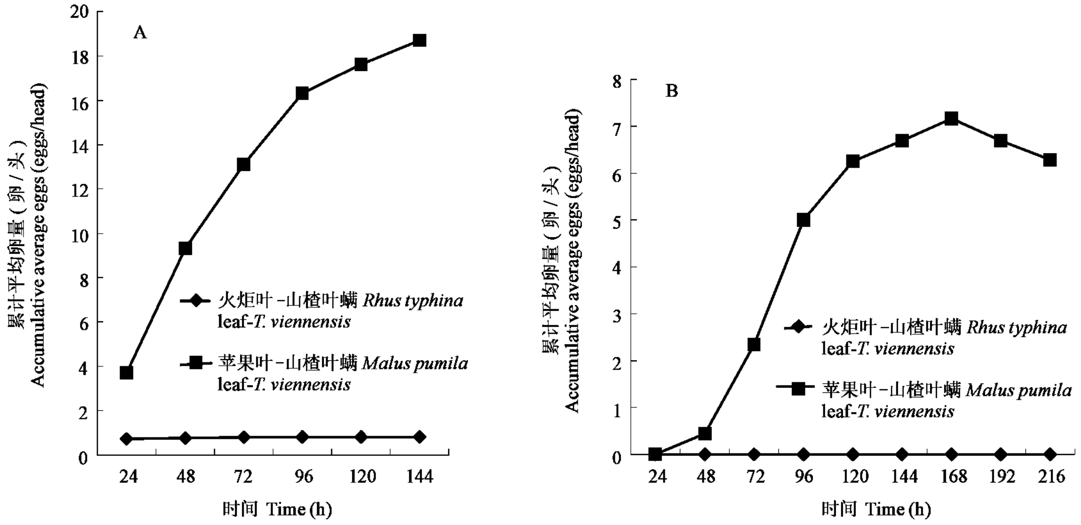

图 4 叶螨在火炬树叶和苹果叶上的累计平均产卵曲线

Fig. 4 Accumulative average egg curve of spider mites on *Rhus typhina* leaf and apple leaf

A：山楂叶螨 *Tetranychus viennensis*；B：二斑叶螨 *Tetranychus urticae*.

/头)。整个观察期，二斑叶螨在火炬叶上累计平均产卵为 0，而在苹果叶上则为 4.45 ± 0.95，二者差异极显著($P < 0.01$)。

总之，在限制性条件下，火炬树对叶螨具有产卵抑制作用，且抑制效果随叶螨生存时间延长而增强。就两种叶螨而言，火炬树对二斑叶螨的产卵抑制作用尤为突出。

3 讨论

3.1 影响叶螨选择的因素

叶螨对植物的选择受到植物的直接防御和间接防御因素制约，植物的防御主要体现在植物的种类、叶形、腺体分泌物、天敌、营养和毒性水平、次生代谢物质的诱导合成等几个方面。van Den Boom 等(2003)证实了二斑叶螨对不同植物的选择性水平；海滩草莓的叶形导致二斑叶螨选择性差异(Luczynski *et al*., 1990)；植物的腺毛阻限叶螨的活动并导致脱水死亡(Patterson *et al*., 1974)；马铃薯叶片上的二斑叶螨及天敌的扩散行为与腺体之间存在负相关(van Haren *et al*., 1987)；为避免被天敌捕食，二斑叶螨在蛇麻草上存在特有的避难所(Strong *et al*., 1997)；具有抑制和拒食效应的次生代谢物在银杏和烟草上也得以证实(Dabrowski, 1973)；二斑叶螨取食不同植物而诱导产生的挥发物在一定程度上强化了植物的直接防御作用(van Den Boom *et al*., 2004)，但是，植物的直接防御与间接防御综合效应尚不明确。

试验结果表明，火炬树对两种叶螨均具有较强的防御效应，观察火炬树叶也具有腺毛，这些腺毛对叶螨的行为略有阻碍，但非主要影响选择因素。火炬树叶含有 70 种挥发性成分，对蚜虫的生物测定，死亡率最高达 72%，其主要致死成分为醇和羧酸，而非具有毒性和皮肤刺激作用的长链烷基酚类(Bestmann *et al*., 1988)。也许火炬树的挥发性成分和次生代谢物为影响叶螨对火炬树选择的主要因素，但需要试验证实。

3.2 火炬树对叶螨的生长发育抑制

二斑叶螨是世界广食性害螨，取食 200 多种大田作物、温室作物、园艺作物、观赏植物和果树等(van De *et al*., 1972)。不同植物的某些初生和次生代谢物具有毒素、抑制和延缓消化的功能(Rosenthal and Berenbaum, 1991)。另外，植物被取食诱导产生的次生代谢物也降低叶螨在大豆(Brown *et al*., 1991)和棉花(Karban *et al*., 1984)上产卵。植物对害虫的抗性成分具有增效性和加成性，火炬树叶提取物中对蚜虫具有较高致死作用的醇类和羧酸类物质，分别单独进行生物测定，没有一种成分能达到与混合物同样的效果，当按照混合物比例重新组合后又恢复到原来的水平(Bestmann *et al*., 1988)。火炬树提取物对害虫的抗性存在种间和虫态差异，其提取物对蚜虫在 24 h 的死亡率高达 76.3%，而同样的处理对菜青虫的 2 龄幼虫和成虫仅有轻微效应，显然火炬树提取物只对蚜虫有毒性。另外，火炬树提

取物可以延迟菜青虫幼虫和蛹的发育以及脱皮等（Klingauf *et al*.，1988），对科罗拉多马铃薯叶甲低龄幼虫的拒食效果也优于老熟幼虫或成虫（Klingauf and Weil，1988）。

在限制性条件下，叶螨在火炬树上的生存力明显受到抑制，但这种抑制效果随生存时间的延长而增强；另外，山楂叶螨的死亡速率显著高于二斑叶螨。前一种现象的原因可能是火炬树的杀虫成分含量较低，需要叶螨的取食积累达到一定程度才导致死亡。然而，也不能排除叶螨的致死因素是由于饥饿，而非胃毒作用，Major（1967）曾证明日本甲虫死于饥饿而非因取食银杏叶。后一种现象说明火炬树对山楂叶螨的抗性优于对二斑叶螨。

火炬树对二斑叶螨产卵抑制比山楂叶螨表现的更为突出，尽管两者发育历期不同导致所接螨的发育阶段略有差异，但与对照之间产卵量的差异，足以证明火炬树对叶螨的产卵抑制作用。目前，对火炬树的抗虫性研究比较少，更缺乏对抗螨性研究报道，通过对火炬树抗螨性生物测定，为该植物抗螨性生物制剂的开发利用具有重要意义。

参考文献（References）

Bestmann HJ，Classen B，Kobold U，Vostrowsky O，Klingauf F，Ursula S，1988. Steam volatile constituents from leaves of *Rhus typhina*. *Phytochem*.，27（1）：95－90.

Brown GC，Nurdin F，Rodriguez JG，Hildebrand DF，1991. Inducible resistance of soybean（var. ‘Williams’）to twospotted spider mite（*Tetranychus urticae Koch*）. *J*. *Kansas Entomol*. *Soc*.，64：388－393.

Cao ZL，Dong YH，Sun L，Liu LL，2003. *Rhus typhina* L. *Specific Economic Animal and Plant*，（6）：34－35.［**曹振岭，佟亚辉，孙蕾，刘丽丽**，2003. **火炬树**. **特种经济动植物**，（6）：34－35］

Dabrowski ZT，1973. Studies on the relationships of *Tetranychus urticae* Koch and host plants Ⅱ. Gustatory effect of some plant extracts. *Bull*. *Entomol*. *Pologne*，43：127－138.

Denzel K，Gross GG，1991. Biosynthesis of gallotannins. Enzymatic ‘disproportionation’ of 1，6-digalloylglucose to 1，2，6-trigalloylglucose and 6-galloylglucose by an acyltransferase from leaves of *Rhus typhina* L. *Planta*，184（2）：278－296.

Denzel K，Schilling G，Gross GG，1988. Biosynthesis of gallotannins. Enzymatic conversion of 1，6-digalloylglucose to 1，2，6-trigalloylglucose. *Planta*，176（1）：189－195.

Fröhlich B，Niemetz R，Gross GG，2002. Gallotannin biosynthesis：two new galloyltransferases from *Rhus typhina* leaves preferentially acylating hexa-and heptagalloylglucoses. *Planta*，216（1）：168－172.

Hu YF，2004. Study of the staghorn sumac ’s ear antioxdative effect on lard. *Food Science*，25（3）：63－67.［**胡迎芬**，2004. **火炬树果穗抗氧化物质的提取及其协同效应的研究**. **食品科学**，25（3）：63－67］

Karban R，Baldwin IT，1997. Induced Responses to Herbivory. Chicago：Chicago University Press. 300 pp.

Klingauf F，Stein U，Bestmann HJ，Vostrowski O，Classen B，Kobold U，1988. Herbal insecticides. Ⅵ. Effects of an ethanolic leaf extract of Buck ’s horn（*Rhus typhina* L.）on different pest insects. *J*. *Appl*. *Entomol*.，105（1）：41－47.

Klingauf F，Weil B，1988. Antifeedant activity of plant extracts against the Colorado potato beetle. *Gesunde Pflanzen*，40（6）：219－224.

Li CW，Peng ZR，Chen Y，2004. *Rhus typhina*：one exotic dangerous species deserves alert. *Soil and Water Conservation in China*，（2）：31－38.［**李传文，逄宗润，陈勇**，2004. **火炬树——一个值得警惕的危险外来树种**. **中国水土保持**，（2）：31－38］

Liu JC，Zheng GF，1999. Determination of components in *Rhus typhina* fruit. *Shandong Forestry Science and Technology*，123（4）：13－14.［**柳吉春，郑国福**，1999. **火炬树果实内含成分测定**. **山东林业科技**，123（4）：13－14］

Li Y，Bao HY，1997. Study on stability of grease and antioxidation. *Food and Beverage Industry*，4（2）：18－22.［**李炎，包惠燕**，1997. **油脂稳定性与抗氧化方法的研究**. **中国食品工业**，4（2）：18－22］

Luczynski A，Isman MB，Raworth DA，Chan CK，1990. Chemical and morphological factors of resistance against the twospotted spider mite in beach strawberry. *J*. *Econ*. *Entomol*.，83（2）：564－569.

Major RT，1967. The Ginkgo，the most ancient living tree. *Science*，157：1 270－1 273.

Ma ST，Liu GQ，Li WH，Wang HZ，Wang HD，2003. Main techniques of cultivation and development of *Rhus typhina*. *Shaanxi Forest Science and Technology*，（2）：35－37.［**马松涛，刘广全，李文华，王宏哲，王海迪**，2003. **火炬树主要栽培技术及开发利用**. **陕西林业科技**，（2）：35－37］

Meng J，Hu BL，Zhang JS，2002. Study on the radical scavenging effects of *Rhus typhina* L. leaves. *Food Science*，23（8）：258－260.［**孟洁，胡博路，张建生**，2002. **火炬树树叶清除自由基作用的研究**. **食品科学**，23（8）：258－260］

Mollerova J，2005. Notes on invasive and expansive trees and shrubs. *Journal of Forest Science*，51（Special Issue）：19－23.

Patterson CG，Thurston R，Rodriguez JG，1974. Twospotted spider mite resistance in *Nicotiana* species. *J*. *Econ*. *Entomol*.，67：341－343.

Ren DF，Liu XC，Guang GZ，Cao JP，Zhao HD，Cui DF，Wang ZH，Chen ZP，2001. Study on the technique of natural edible pigment extracted from *Rhus typhina* fruit. *Forest Science and Technology*，6：12－14.［**任敦峰，刘兴成，郭光智，曹建平，赵洪东，崔东风，王宗华，陈志平**，2001. **火炬树果实提取天然食用色素技术研究**. **林业科技通讯**，6：12－14］

Rosenthal GA，Berenbaum MR，1991. Herbivores：Their Interaction with Secondary Plant Metabolites. Vol. 1. 2nd ed. New York：Academic Press.

Strong WB，Croft BA，Slone DH，1997. Spatial aggregation and refugia of the mites *Tetranychus urticae* and *Neoseiulus fallacies*（Acari：Tetranychidae，Phytoseiidae）on hop. *Environ*. *Entomol*.，26：859－865.

van De VM，Murtry JA，Huffaker CB，1972. Ecology of mites and their natural enemies. A review：biology，ecology，and pest status，and host

plant relations of tetranychids. *Hilgardia*, 41: 354 – 432.

van Den Boom CEM, van Beek TA, Dicke M, 2003. Differences among plant species in acceptance by the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *J. Appl. Entomol.*, 127(3): 177 – 183.

van Den Boom CEM, van Beek TA, Posthumus MA, Groot AD, Dicke M, 2004. Qualitative and quantitative variation among volatile profiles induced by *Tetranychus urticae* feeding on plants from various families. *J. Chem. Ecol.*, 30(1): 69 – 89.

van Haren RJF, Steenhuis MM, Sabelis MW, 1987. Tomato stem trichomes and dispersal success of *Phytoseiulus persimilis* relative to its prey *Tetranychus urticae*. *Exp. Appl. Acarol.*, 3: 115 – 121.

Zhao AY, 2004. Studies on antioxidant of *Rhus typhina* Linn and synergistic effect with Vc. *Journal of Qingdao University* (*E & T*), 19(2): 30 – 31. [**赵爱云**, 2004. **火炬树叶的抗氧化性及其与** Vc **协同作用的研究**. **青岛大学学报(工程技术版)**, 19(2): 30 – 31]

(责任编辑：袁德成)